

# Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik

Das Forschungsprojekt SVI 2019/003 hatte zum Ziel, nutzungsspezifische Kennwerte und Aufkommensraten für den Güterverkehr zu ermitteln, die in der Verkehrs- und Raumplanung angewendet werden können. Dabei wurden insbesondere Aufkommensraten für verschiedene Einrichtungstypen auf Basis von Beschäftigten und Bruttogeschossflächen ermittelt. Die Aufkommensraten dienen der Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von Arealen und Gebäuden, der Dimensionierung von Anlagen sowie der Analyse der verkehrlichen Auswirkungen von Bauvorhaben.



Abb. 1 und 2: Wie viel Güterverkehr generiert eine bestimmte Nutzung?

## Für die eilige Leserschaft

Das Ziel des Forschungsprojektes «Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik» war es, nutzungsspezifische Aufkommensraten für den Strassengüterverkehr zu ermitteln. Dazu wurden drei methodische Ansätze verwendet: die Analyse von bestehenden Statistiken, eine Unternehmensbefragung und Verkehrszählungen.

Es zeigte sich, dass die Befragung von Unternehmen die aussagekräftigere und zuverlässigere Methode zur Schätzung von Aufkommensraten auf Einrichtungsebene ist.

Die Kennwerte (Transportintensitäten<sup>1</sup>) und Regressionsmodelle, die mit den Angaben aus der Befragung in der Studie erarbeitet wurden, können zur Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von Arealen und Einrichtungen genutzt werden.

Dieses Merkblatt enthält die wichtigsten Ergebnisse sowie eine Schritt-für-Schritt-Anleitung (einschliesslich eines Anwendungsbeispiels), die erklärt, wie bei der Schätzung des Güterverkehrsaufkommens für eine Einrichtung oder ein Areal vorgegangen werden kann.

<sup>1</sup> Aufkommensraten und Transportintensitäten werden als Synonyme benützt.

## Impressum

Herausgeber:  
SVI Schweizerische Vereinigung der Mobilitäts- und Verkehrsfachleute

[www.svi.ch](http://www.svi.ch)

Verfassende des Merkblattes:

Paolo Todesco und Martin Ruesch, Rapp AG

Genehmigung:

Dieses Merkblatt wurde am 08.04.2024 durch den Vorstand der Schweizerischen Vereinigung der Mobilitäts- und Verkehrsfachleute genehmigt und zur Veröffentlichung frei gegeben.

Das Merkblatt darf unter Angabe der Quelle vollständig oder auszugsweise kopiert und in Unterlagen sowie Berichte eingefügt werden.

den kann. Alle Tabellen mit sämtlichen berechneten Transportintensitäten finden sich im Anhang des Forschungsberichts.

Die Befragung führte zudem zu weiteren nützlichen Ergebnissen für die Planung und Dimensionierung logistischer Einrichtungen, einschliesslich des Anteils der Lieferwagen (LW) und der Be-/Entladezeiten pro Einrichtungstyp. Diese sind auch in diesem Merkblatt enthalten.

### Nutzungen und Güterverkehrsaufkommen

Die Abb. 3 zeigt den Zusammenhang zwischen einer spezifischen Einrichtung und ihrer Aufkommenserzeugung/-anziehung im Güterverkehr. Die Güterverkehrserzeugung hängt ab von den

Eigenschaften der betrachteten Einrichtung, ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit und Grösse (Anzahl Vollzeitäquivalente oder Bruttogeschossfläche). Das durch diese Tätigkeit generierte Güterverkehrsaufkommen umfasst sowohl Anziehung (Input) als auch Erzeugung (Output). Während die Mengenanziehung/erzeugung sich direkt aus der wirtschaftlichen Tätigkeit ergibt, hängt die Fahrtenerzeugung/-anziehung von den Logistik- und Transportstrategien des Betriebs (oder des beauftragten Logistikunternehmens) ab. Die Verkehrsmittelwahl, die Lieferfrequenz und der Beladungsgrad sind dabei die bestimmenden Aspekte. Für diese Aspekte werden die relevanten Einflussfaktoren berücksichtigt, zum Beispiel die Infrastruktur (Verfügbarkeit Gleisanschluss) oder die Lage (z.B. Nähe zu Freiverlad, zu KV-Terminal).

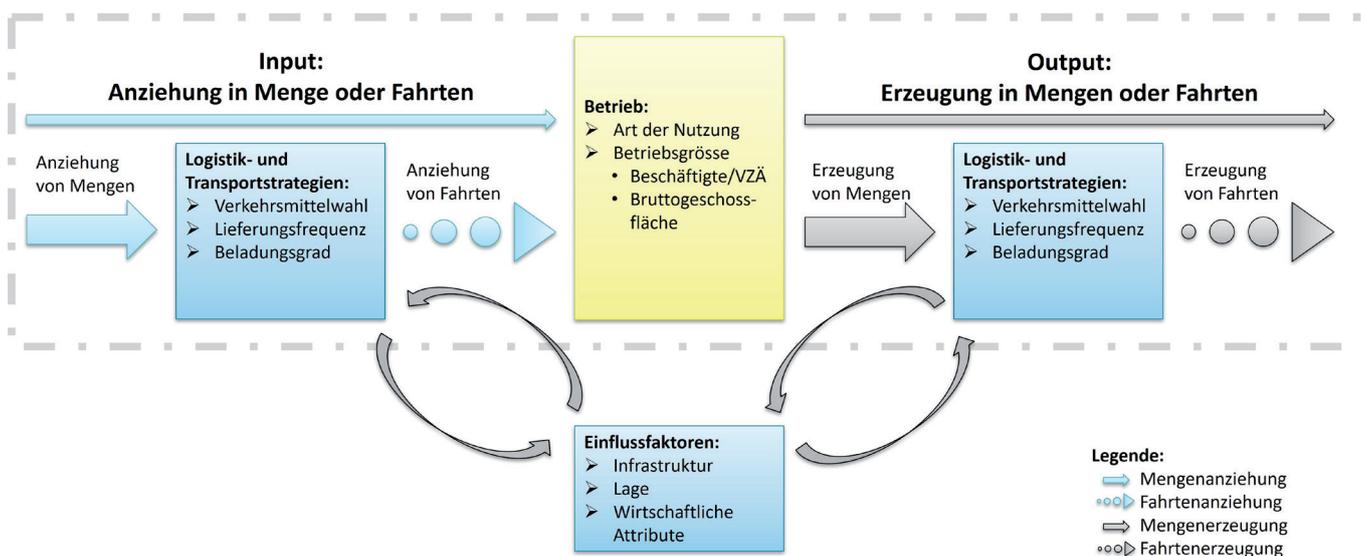


Abb.3: Zusammenhang zwischen Bodennutzung und Aufkommenserzeugung/-anziehung im Güterverkehr  
Quelle: eigene Darstellung angelehnt an Holguín-Veras et al. (José Holguín-Veras et al., Freight trip generation and land use; Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2012)

Ziel des Projekts war es, nutzungsspezifische Kennwerte und Aufkommensraten für den Güterverkehr zu ermitteln. Diese können zur Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von Arealen und Einrichtungen genutzt werden und dienen als Grundlage für die Dimensionierung der Anlagen sowie für Leistungsfähigkeitsanalysen.

Die ermittelten Kennwerte und Regressionsmodelle können in der Praxis verwendet werden, um sowohl die Anziehung als auch die Erzeugung des Güterverkehrs abzuschätzen. Die Abschätzung erfolgt dabei sowohl für Mengen als auch für Fahrten.

Im Güterverkehr umfasst jede Anlieferung und jede Auslieferung, die von einem Standort aus betrieben wird, zwei Fahrten. Die Definition wird anhand der

Abb. 3 verdeutlicht, die eine An- und Auslieferung zeigt. In der Abbildung sind Fahrten mit einer Ladung mit einem eingefärbten Pfeil dargestellt, solche ohne Ladung mit einem weissen Pfeil. Bei einer Anlieferung (im Bild Betrieb A) gibt es einen Transport mit Ladung, der bei Betrieb A ankommt. Dort entlädt das Fahrzeug seine Ladung und fährt ohne Ladung wieder ab. Es gibt also 1 Anlieferung und 2 Fahrten. Im Fall von Betrieb B handelt es sich um 1 Auslieferung und 2 Fahrten.

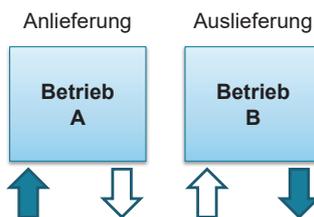


Abb. 4: Illustration einer An- und Auslieferung.

## Verwendete Methoden und Anwendbarkeit

Zur Berechnung der Aufkommensraten wurden drei methodische Ansätze verwendet.

- **Ansatz 1: bestehende Statistiken**  
Aufkommensraten, die aus bestehenden Statistiken (aggregierte Daten) berechnet wurden.
- **Ansatz 2: Befragung von Betriebsstätten**  
Aufkommensraten, die aus Daten berechnet wurden, die bei einer Befragung von Betriebsstätten erhoben wurden (disaggregierte Daten).
- **Ansatz 3: Verkehrszählungen**  
Aufkommensraten, die aus Verkehrszählungen an ausgewählten Standorten von Einrichtungen berechnet wurden.

Die aggregierten Daten (Ansatz 1) können nur für die Aufkommensabschätzung von grossen zusammenhängenden Gebieten verwendet werden. Dieser Ansatz kann für die Schätzung des Aufkommens auf regionaler Ebene in Betracht gezogen werden.

Ansatz 3 ist aufgrund der beschränkten Anzahl von untersuchten Einrichtungen nur für bestimmte Betriebstypen repräsentativ. Die daraus abgeleiteten Aufkommensraten können nur bei der Planung ähnlicher Einrichtungstypen als Referenzbeispiel verwendet werden. Zu bedenken ist in jedem Fall, dass jede Betriebsstätte einzigartig ist und von verschiedenen Merkmalen geprägt wird, die einerseits durch die örtlichen Gegebenheiten und andererseits durch die Arbeits- und Produktionsprozesse (z.B. Automatisierungsgrad, Schichtarbeit usw.) bedingt sind. Die ermittelten Aufkommensraten basieren auf einer kleinen Stichprobe. Sie können von Betriebsstätte zu Betriebsstätte stark variieren, auch innerhalb eines Einrichtungstyps. In diesem Sinne dienen die Aufkommensraten nur als Orientierung, um eine grobe Vorstellung von der zu erwartenden Grössenordnung des Güterverkehrsaufkommens für einen bestimmten Betriebstyp zu bekommen.

Für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von Einrichtungen und Arealen wird generell empfohlen, die Ergebnisse aus der Befragung (Ansatz 2) zu verwenden.

Im Rahmen der Befragung der Betriebsstätten wurden Informationen zum Einrichtungstyp, zur Betriebsgrösse sowie zur Anbindung an die Schieneninfrastruktur und zur Anzahl der An- und Auslieferungen erhoben.

Auf der Grundlage von knapp 250 Datensätzen konnten sowohl einfache Kennzahlen (Transportintensitäten) als auch Regressionsmodelle ermittelt werden.

## Ermittelte Transportintensitäten

Vier grundsätzliche Aufkommensraten bzw. Transportintensitäten für Einrichtungen wurden ermittelt:

- Fahrtenaufkommen pro Vollzeitäquivalent (VZÄ)
- Fahrtenaufkommen pro 100 m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche (BGF)
- Mengenaufkommen in Tonnen pro VZÄ
- Mengenaufkommen pro 100 m<sup>2</sup> BGF.

Dabei wurde zwischen ein- und ausgehenden Lieferungen sowie zwischen Einrichtungen mit und ohne Anschlussgleis unterschieden. Fahrten wurden als Gesamtzahl von LKW- und Lieferwagen-Fahrten definiert, während das Mengenaufkommen als Summe des Aufkommens in Tonnen von Strasse und Schiene (für Standorte mit Gleisanschluss) definiert wurde. Die Aufkommensraten wurden für 13 Einrichtungstypen (z.B. Warenverteilzentren, Umschlaganlagen, Produktionsstandorte von Baustoffen, Büros, etc.) berechnet, die den vier Tätigkeitsfeldern (Logistik, Produktion, Handel und Dienstleistungen) zugeordnet wurden. Die Ergebnisse wurden in 36 Tabellen dargestellt, wobei jede Tabelle eine andere Kombination der Unterscheidungsmerkmale enthält. Jede Tabelle enthält Medianwert, Mittelwert, Standardabweichung, erstes und drittes Quartil sowie Stichprobenumfang der einzelnen Aufkommensraten. Zusätzlich wurde der Anteil der Transporte mit Lieferwagen (LW) bzw. Lastwagen (LKW) für jeden Einrichtungstyp ermittelt.

Tab. 1 und Tab. 2 (siehe nächste Seite) zeigen exemplarisch die Transportintensitäten in Fahrten pro VZÄ bzw. pro 100 m<sup>2</sup> BGF nach Tätigkeitsfeld und Betriebstyp (als Summe von An- und Auslieferungen und ohne Differenzierung nach Anschlussgleis). Die Verwendung der Transportintensitäten in der Praxis wird im Kapitel «Ablauf der Schätzung im konkreten Fall» beschrieben.

## Ermittelte Regressionsmodelle

Im Vergleich zu Transportintensitäten können regressionsbasierte Modelle mehrere Standortmerkmale gleichzeitig berücksichtigen. Sie setzen jedoch die Kenntnis sowohl der VZÄ als auch der BGF sowie der Gleisinfrastruktur voraus und liegen nur auf Stufe Tätigkeitsfeld und nur für die Summe aus An- und Auslieferungen vor. Die ermittelten Regressionsmodelle unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Erklärungskraft und Anwendbarkeit. Komplexere Modelle eignen sich für die Anwendung in der Praxis nicht und werden in diesem Merkblatt nicht dargestellt.

	Median Total Fahrten pro VZÄ	Mittelwert Total Fahrten pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
<b>Logistik</b>	<b>0.58</b>	<b>3.64</b>	<b>12.48</b>	<b>0.35</b>	<b>1.85</b>	<b>79</b>
Lagerung	2.33	2.33	NA	2.33	2.33	1
Spedition	0.50	2.71	9.62	0.35	0.77	32
Umschlag	6.67	6.67	NA	6.67	6.67	1
Warenverteilz.	0.57	4.41	15.73	0.33	1.88	38
Andere	2.25	3.50	3.27	1.24	5.26	7
<b>Produktion</b>	<b>0.29</b>	<b>1.50</b>	<b>4.00</b>	<b>0.14</b>	<b>0.96</b>	<b>56</b>
Baustoffen	0.79	3.08	6.07	0.60	1.26	7
Gebrauchsgütern	0.18	0.47	0.88	0.09	0.34	11
Nahrungsmittel	0.34	1.96	4.99	0.14	1.00	25
Andere	0.23	0.62	0.80	0.14	0.60	13
<b>Handel</b>	<b>0.58</b>	<b>1.27</b>	<b>1.85</b>	<b>0.34</b>	<b>1.30</b>	<b>32</b>
Nahrungsmittel	0.41	0.60	0.58	0.28	0.80	10
Andere Waren	0.55	1.38	1.98	0.40	0.87	5
Andere	0.81	1.63	2.24	0.36	1.60	17
<b>Dienstleistung</b>	<b>0.10</b>	<b>0.29</b>	<b>0.44</b>	<b>0.04</b>	<b>0.33</b>	<b>69</b>
Büro	0.07	0.16	0.23	0.05	0.15	15
Gastro	0.33	0.60	0.56	0.19	1.12	17
Hotel	0.08	0.20	0.24	0.06	0.21	9
Service	0.05	0.12	0.19	0.02	0.11	9
Andere	0.05	0.24	0.48	0.01	0.18	19

Tab. 1 Fahrten pro VZÄ und Werktag nach Tätigkeitsfeld (fett) und Einrichtungstyp, ohne Differenzierung mit/ohne Anschlussgleis.

	Median Total Fahrten pro 100 m2 BGF	Mittelwert Total Fahrten pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
<b>Logistik</b>	<b>0.65</b>	<b>3.20</b>	<b>6.07</b>	<b>0.24</b>	<b>2.46</b>	<b>79</b>
Lagerung	0.43	0.43	NA	0.43	0.43	1
Spedition	0.31	2.68	6.35	0.18	1.94	32
Umschlag	1.07	1.07	NA	1.07	1.07	1
Warenverteilz.	0.74	2.95	5.34	0.37	2.37	38
Andere	2.35	7.66	8.24	0.92	15.00	7
<b>Produktion</b>	<b>0.30</b>	<b>1.71</b>	<b>5.65</b>	<b>0.12</b>	<b>0.86</b>	<b>56</b>
Baustoffen	0.32	6.41	15.29	0.11	1.61	7
Gebrauchsgütern	0.35	0.97	1.77	0.23	0.75	11
Nahrungsmittel	0.32	1.14	1.94	0.10	0.83	25
Andere	0.16	0.88	2.13	0.10	0.48	13
<b>Handel</b>	<b>0.71</b>	<b>1.97</b>	<b>2.59</b>	<b>0.22</b>	<b>2.30</b>	<b>32</b>
Nahrungsmittel	0.71	1.50	1.96	0.36	1.71	10
Andere Waren	1.20	3.35	3.99	0.87	4.67	5
Andere	0.53	1.84	2.48	0.19	1.95	17
<b>Dienstleistung</b>	<b>0.24</b>	<b>0.94</b>	<b>1.68</b>	<b>0.09</b>	<b>0.88</b>	<b>69</b>
Büro	0.22	0.38	0.45	0.11	0.49	15
Gastro	1.40	2.02	1.87	0.67	3.04	17
Hotel	0.12	0.26	0.28	0.05	0.39	9
Service	0.34	0.43	0.42	0.14	0.58	9
Andere	0.19	0.96	2.35	0.06	0.57	19

Tab. 2 Fahrten pro 100 m2 BGF und Werktag nach Tätigkeitsfeld (fett) und Einrichtungstyp, ohne Differenzierung mit/ohne Anschlussgleis

Tab. 3 und Tab. 4 zeigen die Ergebnisse von vier einfachen Regressionsmodellen für die Anzahl der Fahrten bzw. Mengen [t] pro Tag. Die abhängige Variable ist jeweils das Aufkommen der angezogenen und erzeugten Fahrten (LW und LKW) bzw. Mengen [t] pro Tag, während die unabhängigen Variablen in den verschiedenen Modellen unterschiedlich sind. Die Modelle 1 und 4 (siehe Tab. 3 und Tab. 4) sind die Modelle mit der höchsten Erklärungskraft und daher zu bevorzugen. Diese Modelle setzen die Kenntnis sowohl der VZÄ als auch der BGF sowie der Gleisinfrastruktur voraus.

Die Koeffizienten und ihre Signifikanzniveaus zeigen die Stärke und Richtung der Beziehung zwischen den unabhängigen und abhängigen Variablen. Ein grösserer Koeffizient bedeutet eine stärkere Beeinflussung der abhängigen Variable und damit eine höhere statistische Signifikanz. Das Signifikanzniveau (p-Wert) gibt an, ob der ermittelte Koeffizient einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der abhängigen und der unabhängigen Variable aufweist. Ein hohes Signifikanzniveau (niedriger p-Wert, z.B. 0.01) zeigt einen geringen Zufallsanteil

	Modell 1: VZÄ und BGF		Modell 2: VZÄ		Modell 3: BGF		Modell 4: VZÄ und BGF logarithmiert	
Abhängige Variable	Angezogene und erzeugte Fahrten pro Tag (LW und LKW).						Wie 1-3, logarithmiert.	
Unabhängige Variable	Nicht transformiert.						VZÄ und BGF logarithmiert.	
	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.
Konstante	-12.18		-7.68		-11.87		-0.0038	
VZÄ	0.43	***	0.44	***			0.25	***
BGF	0.0003				0.0014	*	0.24	***
Logistik	71.58		68.92		104.41		0.64	*
Dienstleistung	-10.09		-15.03		9.73		-1.71	
Produktion	4.22		0.06		26.05		-0.49	
Handel	-		-		-		-	
Anschlussgleis	154.76		160.90		231.35		0.86	***
Adj. R2	0.28		0.28		0.18		0.67	
Beobachtungen	234		234		234		234	

Tab. 3 Regressionsmodelle – Fahrten pro Tag

\* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001

	Modell 1: VZÄ und BGF		Modell 2: VZÄ		Modell 3: BGF		Modell 4: VZÄ und BGF logarithmiert	
Abhängige Variable	Angezogene und Erzeugte Menge in Tonnen/Tag (Strasse und Schiene)						Wie 1-3, logarithmiert	
Unabhängige Variable	Nicht transformiert.						VZÄ und BGF logarithmiert	
	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.
Konstante	-223.56		-355.63		-203.82		-3.72	***
VZÄ	6.84	***	5.96	***			0.13	
BGF	-0.0091	*			0.0102	*	0.91	***
Logistik	86.17		167.13		432.83		2.07	***
Dienstleistung	-144.47		24.01		163.49		-	
Produktion	140.33		308.46		565.75		0.89	
Handel	-		-		-		1.66	***
Anschlussgleis	493.84		369.76		1'546.38		0.43	
Adj. R2	0.40		0.39		0.13		0.70	
Beobachtungen	199		199		199		199	

Tab. 4 Regressionsmodelle – Mengen [t] pro Tag.

\* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001

des Koeffizienten und bestätigt somit einen sicheren Zusammenhang zwischen den Variablen. Die Verwendung der Regressionsmodelle in der Praxis wird im Kapitel «Anwendungsbeispiel Regressionsmodelle» beschrieben. Es ist zu beachten, dass im Modell 4 der natürliche Logarithmus verwendet wurde.

### Ablauf der Schätzung mit Transportintensitäten

Verschiedene Möglichkeiten zur Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens einer Einrichtung oder eines Areals können unterschieden werden. Die Ergebnisse variieren je nach Verfügbarkeit der Daten und der Tiefe der Analyse.

Im optimalen Fall ist die Nutzung eines (geplanten) Objekts bereits bekannt und konkrete Angaben zum Lieferkonzept und Güterverkehrsaufkommen liegen vor. Die täglichen Fahrten des Güterverkehrs und deren zeitliche Verteilung sind bekannt.

Falls keine Informationen vorliegen, kann das erwartete Güterverkehrsaufkommen anhand von bereits bestehenden Nutzungen mit ähnlichen Bedingungen geschätzt werden. Die im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Verkehrszählungen (Ansatz 3) können hierbei von Nutzen sein. Die im Bericht aufgeführten Fallbeispiele geben nicht nur Hinweise auf die Anzahl der Fahrten; sie helfen auch dabei, die Verteilung der Fahrten über den Tag und die Woche abzuschätzen.

In den meisten Fällen ist es besser (bzw. die einzige Alternative), das Güterverkehrsaufkommen anhand von den Transportintensitäten abzuschätzen. Es ist zwischen der Schätzung des Güterverkehrsaufkommens einer einzelnen Einrichtung und der Schätzung des Güterverkehrsaufkommens eines Areals mit verschiedenen Nutzungen zu unterscheiden. Im letzteren Fall müssen alle individuellen Nutzungen innerhalb des Areals identifiziert, einzeln geschätzt und addiert werden, um eine präzisere Aufkommenschätzung zu erreichen.

In Abb. 4 ist der Ablauf zur Schätzung des Güterverkehrsaufkommens einer Einrichtung schematisch dargestellt.

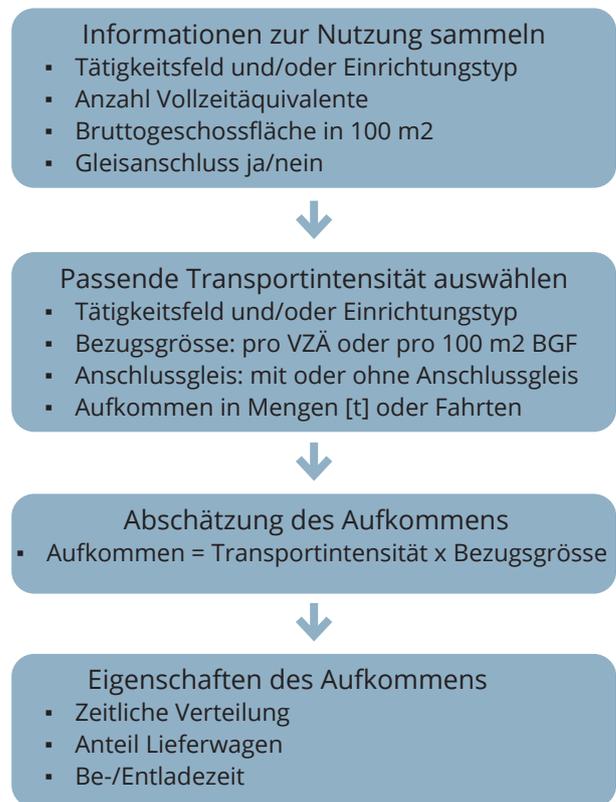


Abb. 4 Ablauf zur Ermittlung Güterverkehrsaufkommens.

Um vertrauenswürdige Schätzungen zu generieren, sind einige grundlegende Informationen über die erwartete Nutzung zusammenzustellen. Insbesondere sind folgende Angaben notwendig:

- **Tätigkeitsfeld/Einrichtungstyp:** Tätigkeitsfeld und Typ der Einrichtung, um die passende Transportintensität zu verwenden.
- **Betriebsgrösse:** Angaben zur Betriebsgrösse sollten in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) und/oder Bruttogeschossfläche in 100 m<sup>2</sup> (BGF) vorliegen oder, im Fall einer zu planenden Einrichtung, geschätzt werden. Empfohlen wird beide Grössen zu verwenden.
- **Gleisanschluss:** Es ist zu klären, ob ein Anschlussgleis genutzt wird oder nicht (Ja/Nein).

Aufgrund dieser drei Angaben ergibt sich die zugehörige Transportintensität. Im Anhang des Berichtes finden sich 36 Tabellen (analog Tab. 1 und Tab. 2 dieses Merkblattes), die die folgenden Transportintensitäten für die verschiedenen Einrichtungstypen (jeweils mit und ohne Anschlussgleis und nicht differenziert) enthalten :

- Fahrten pro Vollzeitäquivalent (VZÄ)
- Fahrten pro 100 m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche (BGF)
- Mengen in Tonnen pro Vollzeitäquivalent (VZÄ)
- Mengen in Tonnen pro 100 m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche (BGF)

Nachdem die passende Transportintensität gewählt wurde, muss diese mit der entsprechenden Betriebsgrösse (VZÄ oder 100 m<sup>2</sup> BGF) multipliziert werden (siehe Abb. 5).

$$\text{Aufkommen (Fahrten oder Mengen [t])} \\ = \text{Transportintensität} \cdot \text{Betriebsgrösse}$$

Abb. 5 Formel zur Berechnung des Aufkommens

Zu beachten bleibt, dass die Streuung der Aufkommensraten innerhalb der einzelnen Einrichtungstypen ausgeprägt ist. Daher wird empfohlen, die Kennwerte mit Vorsicht zu verwenden und die Standardabweichung auf keinen Fall ausser Acht zu lassen. Die Verwendung der Quartile wird empfohlen. Diese Werte sind in den Tabellen zu jeder Transportintensität angegeben. So kann die mögliche Bandbreite des Aufkommens berücksichtigt werden. Zur Erhöhung der Robustheit sollen die Aufkommensraten basierend auf verschiedenen Betriebsgrössen (VZÄ und BGF) ermittelt werden, sofern die entsprechenden Strukturdaten zur Verfügung stehen.

Ein Vergleich der erhobenen Transportintensitäten mit den Aufkommensraten aus anderen Untersuchungen zeigt eine grundsätzlich gute Übereinstimmung. Während die Übereinstimmung der Ergebnisse mit einer früheren Schweizer Untersuchung (SVI 1999/328) besonders gut ist, sind die ermittelten Werte im Vergleich zu ausländischen Quellen tendenziell niedriger, insbesondere bei Speditionshöfen und Umschlagsanlagen (vgl. auch VSS 71 104).

Die Ergebnisse beziehen sich auf einen durchschnittlichen Betriebstag und entsprechen dem durchschnittlichen werktäglichen Verkehr. Die Werte in den Tabellen geben die Anzahl der Fahrten

und nicht die Anzahl der Anlieferungen an. Wenn die Anzahl der Anlieferungen (oder Auslieferungen) gesucht ist, müssen die angegebenen Werte durch zwei geteilt werden.

Der Forschungsbericht enthält weitere Angaben zum generierten Güterverkehrsaufkommen, insbesondere Tabellen, die den Anteil der mit Lieferwagen durchgeführten Transporte angeben. Darüber hinaus ist für jedes Tätigkeitsfeld ein Beispiel einer Ganglinie (Wochen-/Tagesganglinie) verfügbar, die aus den Verkehrszählungen, die im Rahmen dieses Forschungsprojekts durchgeführt wurden, abgeleitet ist.

### Anwendungsbeispiel Transportintensitäten

Als Anwendungsbeispiel bietet sich der Fall einer Betriebsstätte eines im Speditionsbereich tätigen Logistikunternehmens an. Die Betriebsstätte kann wie folgt charakterisiert werden:

- Tätigkeitsfeld: Logistik
- Einrichtungstyp: Speditionshof
- VZÄ = 50
- BGF = 10'000 m<sup>2</sup>
- Anschlussgleis: Information nicht verfügbar (mit oder ohne Anschlussgleis)

In der Tab. 1 und Tab. 2 werden die passenden Transportintensitäten (Summe aus An- und Auslieferfahrten) gesucht, indem sowohl die VZÄ als auch die BGF als Bezugsgrösse beachtet werden. Berücksichtigt wird dabei nicht nur der Median, sondern auch das 1. und 3. Quartil. In Tab. 5 werden die Transportintensitäten auf das Anwendungsbeispiel angewendet. Die Bandbreite der Ergebnisse ist gross und reicht von 18 bis 39 Fahrten pro Tag mit Bezugsgrösse VZÄ und von 18 bis 195 Fahrten mit Bezugsgrösse BGF. Dabei liefern die Mediane der beiden Bezugsgrössen ähnliche Ergebnisse. Damit scheint das Ergebnis von 195 Güterfahrzeugfahrten zu hoch und unwahrscheinlich. Aufgrund der Transportintensitäten werden für diesen Speditionshof pro Werktag rund 30 Fahrten (Summe aus Zu- und Wehfahrten) mit einer Bandbreite von 20-50 Fahrten erwartet.

Das gleiche Vorgehen gilt analog für den Fall, dass das in Tonnen ausgedrückte Güterverkehrsaufkommen geschätzt werden soll. In diesem Fall sind die Kennwerte in Anhang I.5 (Fahrten) und I.6 (Mengen in t) des Berichts zu finden.

## Anwendungsbeispiel Regressionsmodelle

Die Anwendung von Regressionsmodellen liefert eine weitere Schätzung und damit zusätzliche Anhaltspunkte des durch eine Einrichtung generierten Güterverkehrsaufkommens. Hierfür stehen verschiedene Modelle zur Verfügung. Die Modelle werden auf der Ebene des Tätigkeitsfeldes spezifiziert. Das vorstehend für die Transportintensitäten verwendete Beispiel beinhaltet folgende Input-Größen:

- VZÄ = 50
- BGF = 10'000 m<sup>2</sup>
- Tätigkeitsfeld 1: Logistik = 1 (zutreffend)
- Tätigkeitsfeld 2: Dienstleistung = 0 (nicht zutreffend)
- Tätigkeitsfeld 3: Produktion = 0 (nicht zutreffend)
- Tätigkeitsfeld 4: Handel = 0 (nicht zutreffend)
- Anschlussgleis = 0 (nicht benutzt)

Die Anzahl Fahrten pro Tag ergibt sich wie folgt (Beispiel mit Regressionsmodell 1 für Fahrten, siehe Tab. 3):

$$\begin{aligned} \text{Anzahl Fahrten pro Tag} = & -12.18 + 0.43 \cdot 50 + 0.0003 \cdot 10'000 + 71.58 \cdot 1 + \\ & (-10.09) \cdot 0 + 4.22 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 154.76 \cdot 0 = 84 \end{aligned}$$

Das Modell prognostiziert für diesen Standort, dass an einem typischen Werktag etwa 85 Fahrten (Total aus Anfahrten und Wegfahrten) entstehen. Das Ergebnis ist höher als bei der Verwendung von Transportintensitäten. Das effektive Güterverkehrsaufkommen dürfte aus diesem Grund eher über den mit der Transportintensitäten-Methode geschätzten Werten liegen.

Das gleiche Vorgehen gilt analog für den Fall, dass das in Tonnen ausgedrückte Güterverkehrsaufkommen geschätzt werden soll. In diesem Fall müssen

	1. Quartil	Median	3. Quartil
Transportintensitäten mit Bezugsgrösse VZÄ gemäss tab.1	0.35	0.50	0.77
Bezugsgrösse VZÄ	50 VZÄ		
Güterfahrzeugfahrten pro Werktag (gerundet)	18	25	39

	1. Quartil	Median	3. Quartil
"Transportintensitäten mit Bezugsgrösse BGF gemäss tab.2"	0.18	0.31	1.94
Bezugsgrösse 100 m <sup>2</sup> BGF	"10'000 m <sup>2</sup> = 100 [in 100 m <sup>2</sup> ]"		
"Güterfahrzeugfahrten pro Werktag (gerundet)"	18	31	194

Tab. 5 Anwendungsbeispiel Transportintensitäten mit Bezugsgrösse VZÄ und BGF

die Koeffizienten der Tab. 4 entnommen werden.

Bei der Anwendung von Regressionsmodell 4 muss der natürliche Logarithmus (ln) berücksichtigt werden. Mit diesem werden die Werte der unabhängigen Variablen VZÄ und BGF logarithmiert (die restlichen Variablen mit Werten 0 oder 1 nicht). Anschliessend werden die Werte aller Variablen in die Regressionsgleichung eingesetzt und der Prognosewert der Regression berechnet. Zuletzt wird das gesuchte Aufkommen berechnet als  $e^{\text{Prognosewert}}$ , wobei  $e$  die Eulersche Zahl ist. Mit Bezug auf das vorherige Beispiel würde die Berechnung wie folgt aussehen (Regressionsmodell 4, siehe Tab. 3):

$$\begin{aligned} \text{Anzahl Fahrten pro Tag} = & e^{(-0.004 + 0.250 \cdot \ln(50) + 0.239 \cdot \ln(10'000) + \\ & 0.637 \cdot 1 - 1.714 \cdot 0 - 0.489 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0.862 \cdot 0)} = 45 \end{aligned}$$

## Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik

SVI - Merkblatt 2024/03

### Grundlagen

Kennwerte der Verkehrserzeugung in Logistik und Güterverkehr (Juni 2023, SVI 2019/003, Nr. 1749)

VSS 71 104 Planung und Projektierung von Umschlaganlagen für den Strassengüterverkehr: Grundlagen und externe Erschliessung (2021)

www.mobilityplatform.ch

Rapp AG:

Martin Ruesch, Paolo Todesco, Jan Lordieck, Tobias Rieder, Philipp Hegi

Zurich Data Scientists:

Matteo Tanadini, Claude Renaux